

Henri Yrttiaho

# ASI-VÄYLÄLLÄ TOTEUTETTAVAN LAITTEISTON RAKENTAMINEN OPETUSKÄYTTÖÖN

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotek-  
niikka

Kevät 2015



KAJAANIN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## TIIVISTELMÄ

**Tekijä(t):** Yrttiaho Henri

**Työn nimi:** ASi-väylällä toteutettavan laitteiston rakentaminen opetuskäyttöön

**Tutkintonimike:** Insinööri (AMK)

**Asiasanat:** ASi-väylä

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli rakentaa ASi-väylällä toimiva laboratoriotyö opetuskäyttöön. Työn toimeksiantajana toimi Kajaanin ammattikorkeakoulu. Työ pohjautuu Matti Heikkisen 2010 tekemään insinöörityöhön, jonka perusteella laitteisto rakennettiin. Työ koostui kahdesta vaiheesta, laitteiston rakentamisesta ja logiikan ohjelmoinnista.

Laitteiston rakentamiseen käytettiin koululla jo valmiiksi olleita osia sekä muutamia tilausosia. Koululla valmiina olevia osia olivat esimerkiksi pneumaattiset osat, CQM1H-logiikka sekä ASi-master-yksikkö. Tilattaviksi osiksi jäivät ASi-slave-yksiköt, ASi-virtalähde, ASi-kaapeli sekä logiikan virtalähde. Laitteisto koottiin alumiinilevyille, johon sijoitettiin kaikki komponentit. Tämän jälkeen laitteisto johdotettiin ja siistittiin.

Laitteiston logiikan ohjelmointi tehtiin Omronin CX-Programmer-ohjelmalla. Ohjelma koostuu yksinkertaisista osioista, joilla on tarkoitus havainnollistaa ASi-väylän ohjelmointia CX-Programmerin avulla. Ohjelmasta oli tarkoitus tehdä yksinkertainen, jotta sitä voitaisiin käyttää opetuskäytössä ja mahdollisesti muokata ja kehittää jatkossa. Työtä on mahdollista myös käyttää laboratoriotyönä työhöjeen avulla.

## ABSTRACT

**Author(s):** Yrttiaho Henri

**Title of the Publication:** Constructing a Device for Educational Use by Using an AS-interface

**Degree Title:** Bachelor of Engineering

**Keywords:** ASi-bus, Actuator Sensor Interface

The topic of the thesis was to build an educational device using AS-interface for the Kajaani University of Applied Sciences. The thesis is based on an existing thesis, written by Matti Heikkinen 2010. This thesis consists of two parts, building hardware on aluminum sheet and the second part is about programming the PLC.

This work used some already existing parts of hardware in it and some parts were ordered through the internet. The already existing parts were for example ASi-master unit, Omron CQM1H logic and all the pneumatic parts. The ordered parts were ASi-slave units and their mounts, ASi-cable, ASi-power supply and CQM1H power supply. After getting all the needed parts, the hardware was then installed to an aluminum sheet.

Programming was made with Omron CX-Programmer. The main idea was to demonstrate how to program ASi-bus devices with CX-Programmer. It was also designed to be simple and easily modified, keeping in mind that this work could be used for educational purposes.

The theoretical part contains information about AS-interface, Omron PLC, sensor technology, and other related information for example pneumatics.

## ALKUSANAT

Tämä insinöörityö tehtiin Kajaanin ammattikorkeakoululle. Aiheen sain Markku Heikkiseltä keväällä 2014. Työn ohjaajana toimi Sami Räsänen. Haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka avustivat työn teossa. Aihe oli mielenkiintoinen, koska se palautti mieleen opetettuja asioita.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 ASI-VÄYLÄ.....	2
2.1 Yleistä .....	2
2.2 ASi-kaapeli .....	4
2.3 Master .....	5
2.4 Slave .....	6
3 AUTOMAATIOLAITTEISTO .....	7
3.1 Pneumatiikka.....	7
3.2 Anturit.....	8
3.3 Ohjelmoitava logiikka .....	9
4 LAITTEISTON TOIMINTA .....	11
5 KOMPONENTIT .....	12
5.1 Yleiset komponentit .....	12
5.2 Sähköiset komponentit .....	14
5.3 Pneumaattiset komponentit .....	26
6 LAITTEISTON RAKENTAMINEN.....	30
6.1 Paineilmakaavio .....	31
6.2 Laitteiston johdotus .....	32
7 LOGIIKAN OHJELMOINTI .....	35
7.1 Slave-yksiköiden osoitteen muuttaminen .....	35
7.2 Slave-yksiköiden I/O-pisteiden määrittäminen.....	37
7.3 Ohjelma .....	38
8 LOPPUTULOKSET .....	45
9 YHTEENVETO .....	46
LÄHTEET .....	47

## TERMISTÖ

ASi	Actuator Sensor Interface
Input	Tulo
kword	Yksikkö logiikan ohjelmamuistille
Master	ASi-väylän isäntäyksikkö
Output	Lähtö
PLC	Programmable Controller Logic eli ohjelmoitava logiikka
Slave	ASi-väylän renkiyksikkö

## 1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö on tehty Kajaanin ammattikorkeakoulun toimeksiannosta. Työ pohjautuu Matti Heikkisen tekemään insinöörityöhön, jossa on suunniteltu ASi-väylällä toteutettava laitteisto. Heikkisen insinöörityössä on tehty kuvat sähköistä ja liitännöistä, joita on käytetty tässä työssä hyväksi.

Työn tavoitteena oli rakentaa toimiva laitteisto, jota voi käyttää opetuskäytössä. Laitteistoon lisättiin muutama elementti jälkeempään, jolloin se eroaa hieman alkuperäisestä suunnitelmasta. Työ voidaan jakaa kahteen osaan, rakentamiseen ja ohjelmointiin. Laitteiston rakentamisosio koostuu yksiköiden teoriasta ja itse laitteiston kokoamisesta. Ohjelmointiosuus koostuu CX-Programmerin käytöstä ja siihen liittyvistä asioista. Lisäksi tehtiin työohje, jotta sitä voitaisiin käyttää myöhemmin opetuskäytössä.

## 2 ASI-VÄYLÄ

### 2.1 Yleistä

ASi-väylä on lyhenne sanoista Actuator Sensor Interface (kuva 1), ja se on standardoitu anturi- ja toimilaitteväylä, joka on kehitetty 1990-luvun alussa. ASi:n kehityksessä oli mukana 11 eri laitevalmistajaa. ASi on avoin standardi, eli järjestelmään liittyvä tieto on kaikkien saatavilla. [1.]



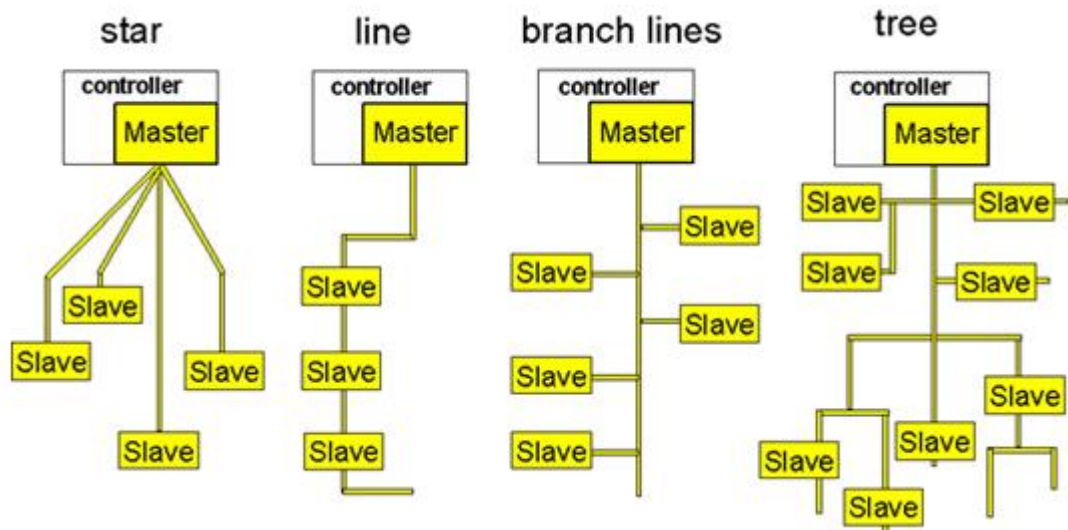
Kuva 1. AS-Interface-tunnus [2.]

ASi-väylä on tarkoitettu korvaamaan alimman tason ohjaushierarkiaa eli perinteistä komponenttien kaapelointia. ASi-väylä kehitettiin minimoimaan kustannuksia, erityisesti liitännöistä ja johdotuksesta aiheutuvia kustannuksia. Väylän keskeisimmät edut ovat helppo laajennettavuus ja muokattavuus normaaliin kaapelointiin verrattuna. Kunnossapidon kannalta väylää on myös helppo huoltaa, koska master-yksikkö pitää huolen, että käytössä olevat slave-yksiköt vastaavat kutsuihin. Alun perin ASi-väylä suunniteltiin käytettäväksi vain binääritoimilaitteiden ja antureiden kanssa, mutta siihen kehitettiin myöhemmin myös mahdollisuus analogiasignaalien vastaanottoon. [1.][2.]

ASi-väylän tiedonsiirtonopeudet riippuvat siihen liitettyjen I/O-liitäntöjen määrästä, ja suurin mahdollinen on 167 kbit/s, koska viestit ovat pelkästään ”laite päälle/pois”-tyylisiä. Kun kaikki liitännät ovat käytössä, väylän vasteaika on 5 ms. Väylä soveltuu käytettäväksi 10–100 metrin matkalle ja vahvistimen avulla jopa 300 metrin etäisyyksille. [2.]



ASi-järjestelmän väylärakenne voi olla vapaamuotoinen eli jokin kuvassa 2 esitetyistä rakenteista. Työssä käytettävä rakenne on linjamainen, koska kummatkin slave-yksiköt ovat yhden ASi-kaapelin varrella. Linjamainen rakenne tekee myös laitteistosta yksinkertaisemman ja helpommin muokattavan. [2.]

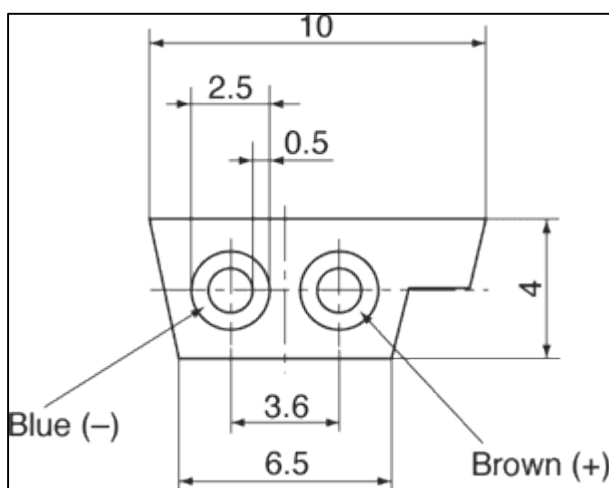


Kuva 2. Erilaisia väylärakenteita. [3.]

## 2.2 ASi-kaapeli

Työssä käytettävä ASi-kaapeli on kuvan 3 mukaista kaksijohtimista lattakaapelia, joka on suunniteltu käytettäväksi ASi-väylässä. Kaapelia on lähes mahdoton kytkeä väärin, kun sitä käytetään ASi-laitteiden kanssa. Kaapelin väri on keltainen, ja sitä kautta kulkee moduloitu tieto ja virta. [2.][4.]

Linjastoon lisätään myös toinen ASi-kaapeli, joka antaa slave-yksiköiden outputeille virtaa. Ilman kyseistä kaapelia niiden käyttö on mahdotonta. Suurin sallittu virta kaapelissa on 8 ampeeria. Kaapeli on myös IP67-suojattu, eli se on vesisuojattu. Kaapelin kuori pitää suojauksensa, vaikka siihen pistettäisiin monta kertaa ASi-yksiköiden liittämisen yhteydessä, koska reiät menevät umpeen ajan myötä. [2.][4.]

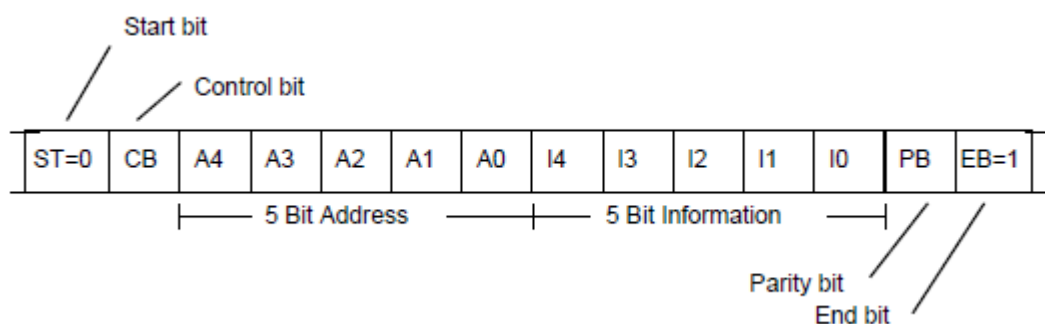


Kuva 3. ASi-kaapelin mitat. [4.]

## 2.3 Master

ASi-väylään kuuluu master-yksikkö ja yksi tai useampi slave-yksikkö. Master-yksikkö ohjaa väyläliikennettä ja hoitaa tiedonsiirron. Lisäksi sen tehtäviin kuuluu tarkkailla väylää ja hoitaa virheentunnistus ja paikallistaminen. Väylän tarkkailun ansiosta se tunnistaa väylään liitetyt uudet yksiköt tai jos järjestelmässä ilmenee ongelmia tai rikkiäisiä yksiköitä. [1.]

Kun väylään liitetään uusia slave-yksiköitä, niiden osoitteet pitää muuttaa. Tämä tapahtuu osoitteenmuutostyökalulla tai ohjelmoimalla lyhyt koodi logiikkaan. Kun osoitteet ovat kunnossa ja master-yksikkö ajotilassa, alkaa linjaston skannaus. Master-yksikkö lähettää linjastoon liitetyille slave-yksiköille master-kutsuja, joihin slave vastaa antamalla tilatiedon masterille. Pyyntö sisältää aloitusbitin, control-bitin, 5 osoitebittiä, 5 informaatiobittiä, pariteettibitin ja lopetusbitin (kuva 4). Kun kaikki yksiköt on käyty läpi, master-yksikkö aloittaa uuden tiedustelun. Tällä tavalla master-yksikkö on koko ajan tietoinen ASi-väylän tapahtumista. [3.]

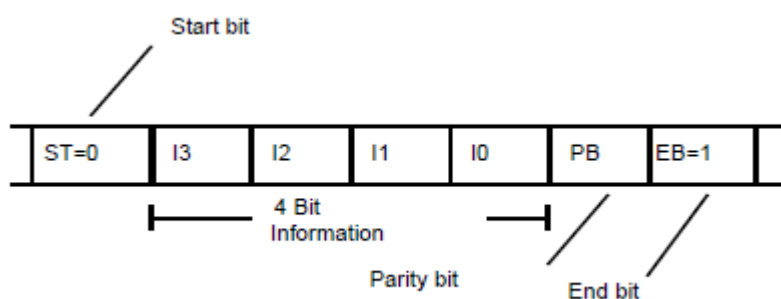


Kuva 4. Master-yksikön pyyntökäsky. [3.]

ASi-master-yksikkö on liitetty ohjausjärjestelmään, mutta se vaatii ASi-virtalähteen toimiakseen. Näiden laitteiden välille asennetaan ASi-kaapeli, joka tuo virran master-yksikölle. Tieto siirtyy logiikasta master-yksikölle ohjausjärjestelmän kyljessä olevasta liitännästä. [3.]

## 2.4 Slave

Slave-yksikkö on osa ASi-väylää, ja se toimii Master-yksikön alaisuudessa. Slave-yksikköön voidaan liittää esimerkiksi antureita tai venttiileitä. Tiedonsiirto toimii masterin käskyn jälkeisenä vastauksena, joka näkyy kuvassa 5. Vastaus sisältää aloitusbitin, 4 informaatiobittiä, pariteettibitin ja lopetusbitin. Toisin kuin masterin pyyntö, se ei sisällä osoitebittejä eikä control-bittiiä. Jokaisella slave-yksiköllä on oma osoite, joka annetaan master-yksikön kautta. Tehdasasetuksilla olevat slave-yksiköt ovat osoitteessa 0 ja osoitteet joudutaan muuttamaan ennen kuin niitä voidaan käyttää linjastossa. [3.]



Kuva 5. Slave-yksikön vastaus master-yksikölle. [3.]

Työssä käytettävät slave-yksiköt vaativat toimiakseen kaksi kaapelia. Slaven input-osio saa virtansa master-yksiköstä tulevalta ASi-kaapelilta ja output-osio erilliseltä virtalähteeltä tulevasta kaapelista. ASi-järjestelmässä voi olla maksimissaan 31 slave-yksikköä. [3.]

### 3 AUTOMAATIOLAITTEISTO

#### 3.1 Pneumatiikka

Pneumatiikalla tarkoitetaan kaasunpaineen ja virtauksen käyttämistä tehonsiirtoon. Paineilma tuotetaan kompressorilla, jonka avulla kaasu saadaan haluttuun paineeseen. Paineen kasvun myötä lämpötila nousee, jonka takia järjestelmä vaatii myös jäähdytystä. Samalla paineilmasta poistuu kosteutta. [5.]

Paineilma pitää myös puhdistaa, ettei epäpuhtauksia pääse järjestelmään. Tätä varten on huoltoyksikkö, joka huolehtii järjestelmään tulevan paineilman puhtautesta. Huoltoyksikkö pitäisi olla sisällytetty jokaiseen paineilmaa käyttävään laitteistoon luotettavuuden maksimoinnin takia. [5.]

Paineilma ohjataan järjestelmässä toimilaitteesta toiseen paineilmaletkun avulla. Letkun kiinnitys tapahtuu toimilaitteen liittimen avulla (kuva 6), joka puristaa letkun tiukasti kiinni. Vapautus tapahtuu painamalla liittimen vapautuskaulus liitimeen päin ja vetämällä letkua ulospäin. [5.]



Kuva 6. Letkuliitin. [6.]

### 3.2 Anturit

Antureiden tarkoitus automaatioissa on mitata jotain fysikaalista suuretta. Mitattavia suureita on paljon, esimerkiksi lämpötila, nopeus, kiihtyvyys, paine, voima ja jännite. Anturi lähettää tiedon ohjausjärjestelmälle sähköisessä muodossa. Yleisimmät anturityypit ovat induktiivinen, kapasitiivinen ja optinen anturi. [7.]

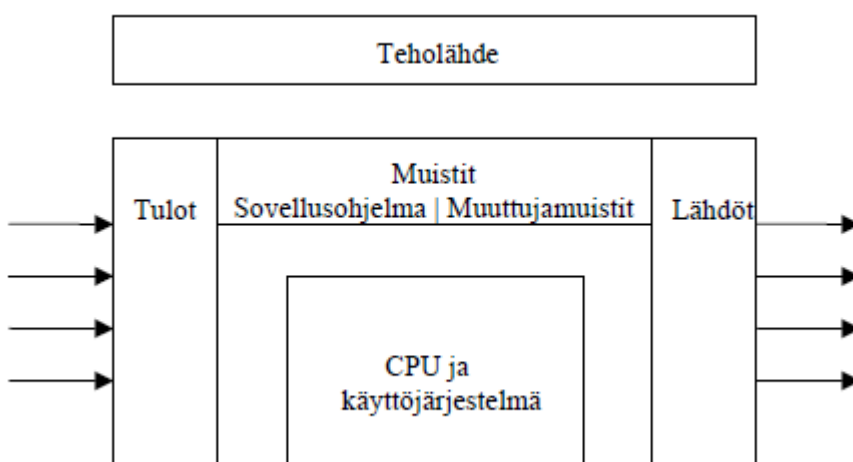
Työssä käytettävät anturit ovat tyypiltään magneettisia rajakytkimiä (REED-kytkin), joiden tarkoitus on tutkia läsnäoloa. REED-kytkin on suljettu kotelo (kuva 7), johon on asennettu kosketinpari. Kytkimen toiminta perustuu ulkopuolisen magneettikentän vaikutukseen ja työssä sitä käytetään sylinterien ääriasentojen tunnistamiseen. [7.]



Kuva 7. REED-kytkimen symboli.

### 3.3 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitavalla logiikalla tarkoitetaan pientä tietokonetta, jota käytetään tosiaikaisten automaatiolaitteistojen ohjaukseen (kuva 8). Logiikka on mikroprosessori-pohjainen laite, joka sisältää I/O portteja. Nämä tulo- ja lähtöportit voidaan kytkeä esimerkiksi antureihin, minkä avulla antureista saadaan tieto logiikkaan. Logiikkaan on monesti myös mahdollista lisätä modulaarisia laitteita, jotka lisäävät sen käytettävyyttä. [8.]



Kuva 8. Ohjelmoitavan logiikan rakenne. [9.]

Ohjelmoitavissa logiikoissa on monesti omat kenttäväylätekniikat, joiden avulla tieto voidaan siirtää nopeammin kuin perinteisellä johdotetulla tekniikalla. Erilaisia kenttäväyliä ovat esimerkiksi EtherCAT, Profibus, CAN ja tässä työssä käytettävä ASi-väylä. Kenttäväylien yleinen tavoite on saada komponenttien hinnat alas, jolloin automatiikka olisi halvempaa. Muina tavoitteena voidaan pitää nopeaa tiedonsiirtoa ja yksinkertaista huoltoa. [8.]

Logiikka ohjelmoidaan tietokoneella siihen tarkoitukseen tehdyillä ohjelmilla. Tämän kaltaisia ohjelmia ovat esimerkiksi CX-Programmer ja GX IEC Developer. Yleisin tapa ohjelmoida logiikkaa on tehdä tikapuukaavio (Ladder diagram), joka muistuttaa relelogiikoiden kytkentäkaaviota. Kun ohjelma on tehty, se voidaan siirtää logiikkaan erilaisilla kaapeleilla, esimerkiksi RS-232- tai RJ45-portin kautta. [8.]

Tehty ohjelma tallennetaan logiikan ohjelmamuistiin, joka on yleensä paristovarmennettua RAM-muistia. Logiikoissa on erikokoisia ohjelmamuisteja ja niiden koon yksikkö ilmoitetaan kword-yksiköllä. [3.][8.]



#### 4 LAITTEISTON TOIMINTA

Suunnittelun lähtökohtana oli, että laitteisto tulee laboratoriokäyttöön Kajaanin ammattikorkeakoululle. Alkuperäisen suunnitelman mukaan antureina käytetään induktiivisia antureita, mutta tässä tapauksessa ne vaihdettiin magneettikytkimiin. Kun laitteisto on koottu, sen logiikkaan ohjelmoidaan ohjelma, jonka on tarkoitus tehdä yksinkertaista sykliä. Työ eroaa alkuperäisestä suunnitelmasta myös siinä, että siihen liitetään myös toinen ASi-kaapeli, jotta slave-yksiköiden output-osoitteita voidaan käyttää.

Slave-yksiköihin liitetään kaksi anturia, jotka antavat tietoa sylinterien asennoista. Sylinterien plus- ja miinus-asennot rekisteröidään slave-yksikölle, joka kertoo niistä eteenpäin master-yksikölle. Koska master-yksikkö on osa ohjausjärjestelmää, sitä voidaan ohjelmoida CX-Programmer-ohjelmalla.

## 5 KOMPONENTIT

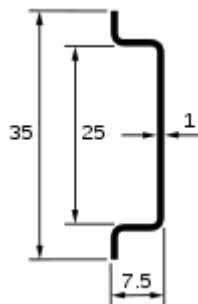
### 5.1 Yleiset komponentit

#### **Alumiininen asennuslevy**

Laitteisto rakennetaan SMC:n valmistamalle Pneutainer 200 -alumiinilevyille, jonka mitat ovat 1150x760x25 millimetriä. Levyssä on 8,5 millimetrin urat kiinnitystä varten. Levyssä olevia uria voidaan myös käyttää kaapelikouruina. [10.]

#### **DIN-kisko**

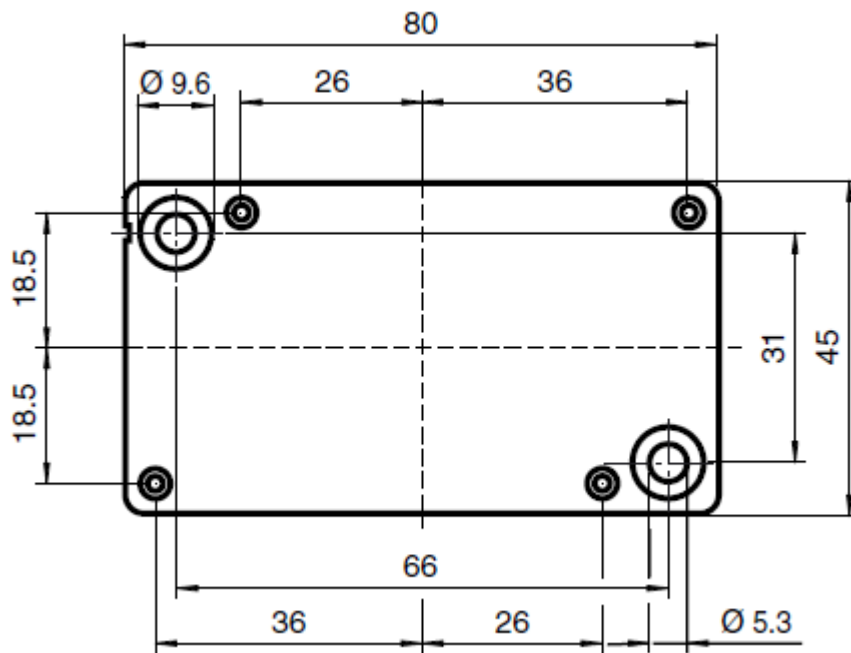
Komponenttien asennus tapahtuu kuvan 9 mukaisen DIN-kiskon avulla, koska niitä ei voida liittää suoraan alumiinilevyyn. DIN-kisko on standardoitu kisko, jota käytetään yleisesti erilaisten automaatiokomponenttien kiinnittämiseen. Kisko on valmistettu 1 millimetrin vahvuisesta peltilevystä, johon on tehty neljä taivutusta. Kiskon leveys on 35 millimetriä. [11.]



Kuva 9. DIN-kiskon mitat. [11.]

### ASi-slave-yksikön pohja U-G1FF

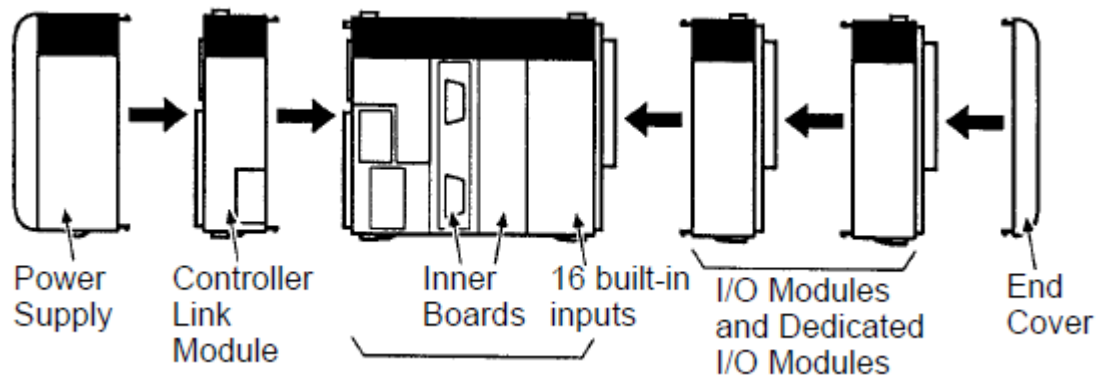
Pepperl & Fuchsin valmistama U-G1FF-pohja (kuva 10) toimii ASi-kaapelin kiinnityksessä slave-yksikköön. Kontaktin kaapelin kanssa tekevät terävät piikit, joiden avulla kaapeli pysyy paikallaan. Pohjassa on ruuvikiinnitysmahdollisuus tai DIN-kiskolle tehty ura. Pohjayksikössä on paikat kahdelle ASi-kaapelille, eivätkä ne ole toisiinsa yhdistettyjä. Työssä käytetään kumpaakin kaapelipaikkaa. [12.]



Kuva 10. U-G1FF-slave-yksikön pohjan mitat. [12.]

## 5.2 Sähköiset komponentit

Alla olevassa kuvassa 11 näkyy esimerkki, miten ohjausjärjestelmä voidaan koota. Työssä siihen on liitetty pelkästään virtalähteet, logiikka, I/O-moduuleja ja ASi-master-yksikkö. Ohjausjärjestelmä suojataan päätykappaleilla, jotka tulevat logiikan virtalähteen mukana.



Kuva 11. Esimerkki ohjausjärjestelmän kokoonpanosta. [8.]

## Painokytkimet

Laitteistoon liitetään kaksi laatikkoa, joissa kummassakin on kolme painokytkintä (kuva 12). Napit toimivat start-, stop- ja reset-nappeina. Start- ja stop-napit ovat palautuvia kytkimiä ja reset-nappi pohjaan jäävä. Toista painokytkinlaatikkoa käytetään logiikassa automaatti- ja manuaaliajon säätämisessä. Kytkimet on liitetty logiikan inputiin, ja niiden osoitteita voidaan käyttää esimerkiksi CX-Programmer-ohjelmassa. [10.]



Kuva 12. SMC SAI2036 -kytkinlaatikko. [10.]

## Rajakytkimet

Työssä käytettävät kytkimet ovat SMC:n valmistamia REED-kytkimiä mallia D-A73 ja D-A93. Kummatkin kytkimet liitetään sylinterin kyljessä olevaan kiskoon. Kytkimet ovat IP67-suojattuja ja toimivat 1,2 millisekunnin nopeudella. [13.][14.]

D-A73 on ruuvilla kiskoon kiinnitettävä REED-kytkin, joka toimii 24 voltin jännitteellä (kuva 13). Kytkin kytketään ASi-slave-yksikön input-osioon kahden johdon avulla, joista se saa myös virtansa. Se myös sisältää punaisen ledin, jonka avulla voidaan nähdä, milloin se on havainnut kappaleen. [13.]

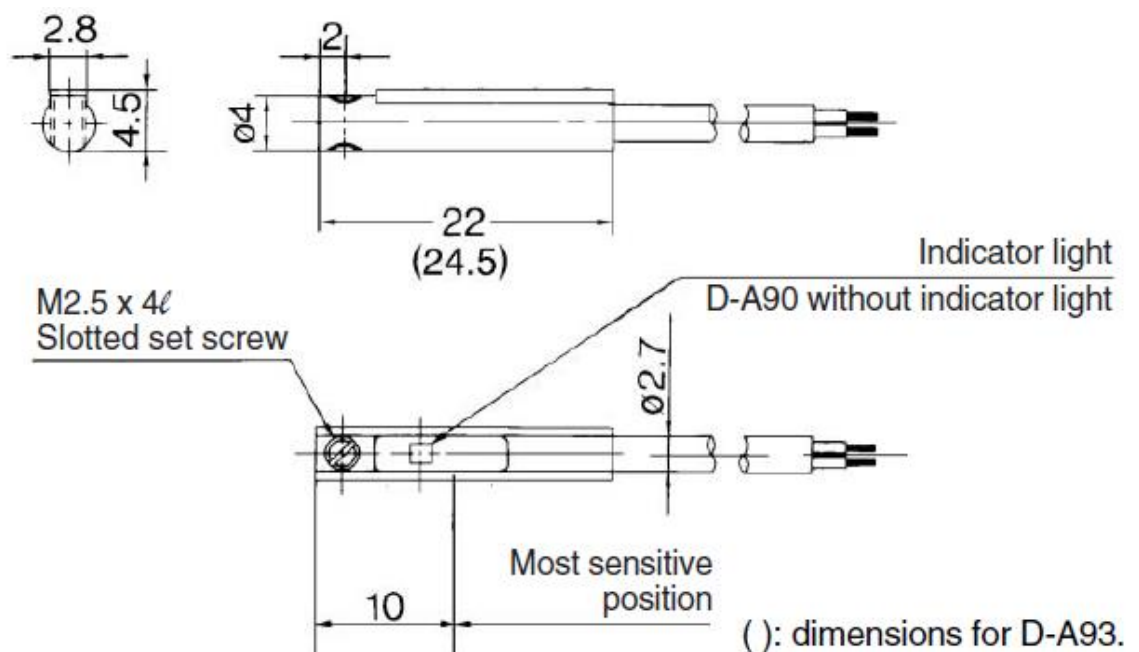


Kuva 13. D-A73-mallin REED-kytkin.

D-A93 on kiskon sisään ruuvilla kiristettävä REED-anturi, joka toimii 24 voltin jännitteellä (kuva 14). D-A93 sisältää myös kaksi johtoa, ja ne kytketään ASi-slave-yksikön input-osoitteeseen. Sillä on samanlainen toimintaperiaate kuin työssä käytettävällä D-A73-kytkimellä. D-A93 sisältää myös punaisen LED-valon, joka kertoo, milloin kytkin on päällä. Kuva 15 kertoo kytkimen mitat. [14.]



Kuva 14. D-A93-mallin REED-kytkin asennettuna kiskon sisään.

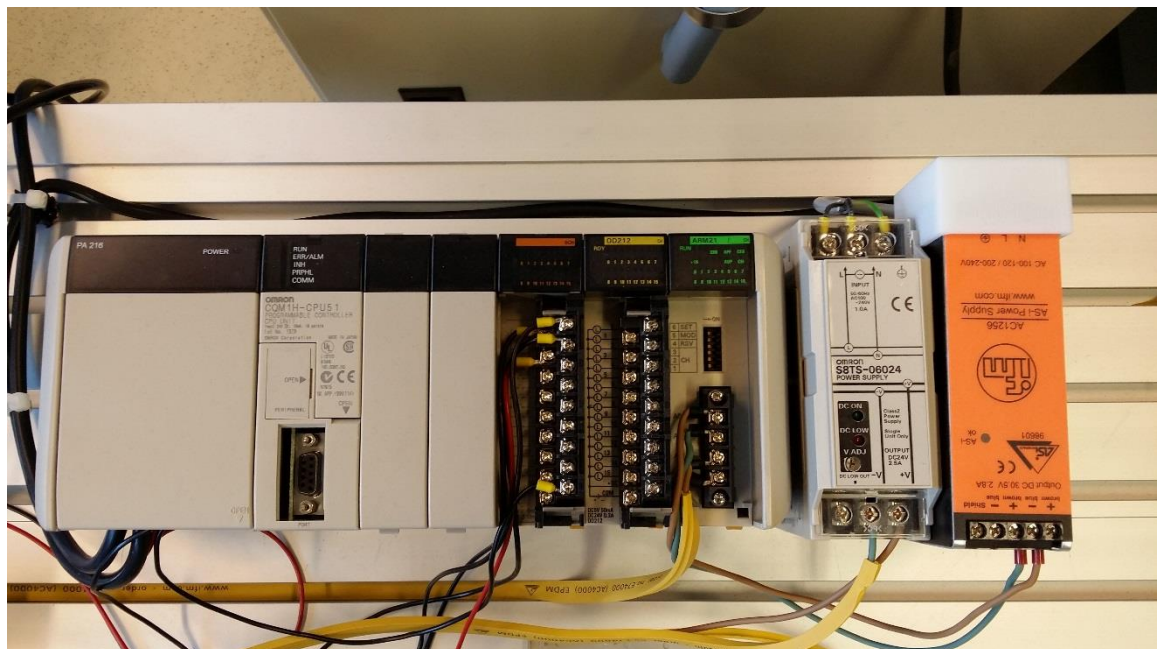


Kuva 15. D-A93-mallin mitat. [14.]

## Logiikka CQM1H-CPU51

Logiikkana työssä toimii Omronin CQM1H-CPU51. CQM1H-logiikat ovat monipuolisia, minkä takia se soveltuu hyvin ASi-väylän kanssa työskentelyyn. CQM1H-mallin logiikkoihin on 4 eri keskusyksikkötyyppiä, CPU11, CPU21, CPU51 ja CPU61. CPU11 ja CPU21 ovat perusmalleja, ja CPU51 ja CPU61 ovat erikois-I/O-liitännöillä varustettuja malleja. Yksikkö on modulaarinen, johon voidaan liittää muita yksiköitä. Logiikassa on valmiiksi jo 16 digitaalista tuloa, ja siihen voidaan liittää maksimissaan 16 I/O-yksikköä, jolloin I/O-kapasiteetiksi saadaan 512 pistettä. Laajennusyksiköissä voi olla enintään 32 I/O-pistettä. Logiikan tulot on määritetty välille IR00–15 ja lähdöt välille IR100–115. Työssä siihen liitetään vain virtalähde ja ASi-master-yksikkö (kuva 16). Logiikka asennetaan DIN-kiskoon, joka on ruuvattu asennuslevyyn. [8.]

Ohjelmamuistitilaa logiikassa on 7,2 kwordia. Työssä ei käytetä asennettua output-korttia ollenkaan, koska laitteiston output-tieto kulkee ASi-master-yksikön kautta eteenpäin. Laitteiston input-korttiin liitetään ainoastaan käytettävät painonkytkimet. [8.]



Kuva 16. Ohjausjärjestelmä kokonaisuudessaan.



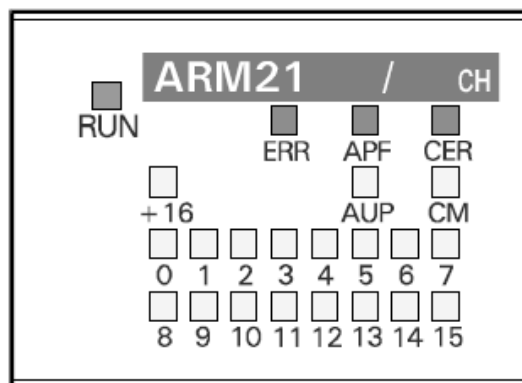
## **CQM1-ARM21 ASi-master Unit**

Työssä käytettävä ASi-master Unit on Omronin CQM1-ARM21, joka liitetään CQM1H-CPU51-logiikan kylkeen. Yksikön mitat ovat CQM1-keskuslogiikkayksikön kanssa yhteensopivat, minkä avulla se voidaan liittää mihin vain sarjaan kuuluvan logiikkayksikön kanssa yhteen. Yksikössä on kaksi ASI+- ja kaksi ASI-liitäntää ja siihen voi liittää maksimissaan 31 slave-yksikköä. Yksikkö on liitetty logiikan oikeaan laitaan, jotta lämpö jakautuisi tasaisesti vieressä olevien yksiköiden kanssa. Koska master-yksikkö on liitetty ohjausjärjestelmään, se liitetään sen mukana DIN-kiskoon. [3.]

Yksikössä on LED-taulukko, joka kertoo yksikön tilasta ja asetuksista (Kuva 17). Taulukossa 1 on kerrottu erilaisten tilojen tarkoitus. Osan yksikön tiloista voidaan ohjata päälle yksikössä olevalla dip-kytkimellä ja loput ohjelmoimalla. [3.]

Taulukko 1. ASi-masterin LED-taulukko

RUN (Vihreä)	Valon palaessa yksikkö saa virtaa CQM1-virtalähteestä ja on toiminnassa. Valon vilkkuessa yksikkö on alustumassa.
ERR(Punainen)	Valon palaessa yksikössä on vika, joka johtuu esimerkiksi tiedonsiirrosta master- ja slave-yksiköiden välillä.
APF(Punainen)	ASi-linjaston jännite on liian alhainen, että tiedonsiirto toimisi luotettavasti.
CER(Punainen)	Valon palaessa yksikön asetukset poikkeavat vakioasetuksista.
AUP(Keltainen)	Valon palaessa automaattinen ohjelmointi on päällä. Master-yksikkö nimittää osoitteet automaattisesti oikein, jos välistä puuttuu jotain.
CM(Keltainen)	Valon palaessa yksikkö on Configuration-tilassa tai Setup-tilassa.
0-15(Keltainen)	Tietyn valon palaminen tarkoittaa tiedonsiirtoa master-yksikön kanssa.
+16(Keltainen)	OFF-tilassa 0-15 slave-yksiköiden tila näkyy. ON tilassa näkyy 16-31 yksiköt.



Kuva 17. LED-osoittimet.

Slave-yksikköjen määrän lisäys tapahtuu CH-kytkinten avulla. Alla olevassa taulukossa 2 näkyy kytkinten asentojen tuomat asetukset. Kun jokainen kytkin on OFF-asennossa, suurin slave-määrä on 11 yksikköä. Kytkinten asetukset myös lisäävät I/O-pisteitä ja IR-sanoja laitteistossa. Tämä mahdollistaa laajempaa käyttöä, jos slave-yksiköitä on monia. [3.]

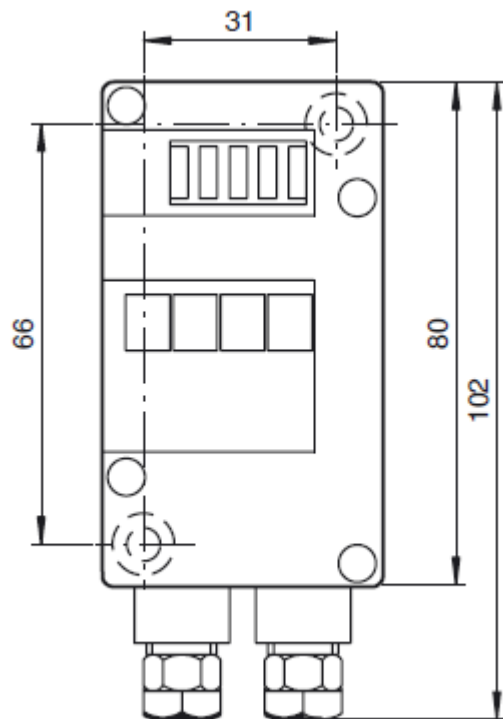
Taulukko 2. CH-kytkinten asennot.

SW3	SW2	SW1	IR words in + out	Highest AS-I slave address	Max. AS-I I/O points
OFF	OFF	OFF	3 + 3	11	44 / 44
OFF	OFF	ON	4 + 4	15	60 / 60
OFF	ON	-	6 + 6	23	92 / 92
ON	OFF	OFF	5 + 5	19	76 / 76
ON	OFF	ON	6 + 6	23	92 / 92
ON	ON	-	8 + 8	31	124 / 124

### ASi-slave-yksikkö VBA-2E2A-G4-ZE/E2

Työssä käytetään Pepperl & Fuchsin valmistamaa ASi-slave VBA-2E2A-G4-ZE/E2-yksikköä (kuva 18). Yksiköt on varustettu kahdella inputilla ja kahdella outputilla. Yksikössä on myös IP67-tason suojaus, joka mahdollistaa sen käytön myös hieman likaisemmissa paikoissa. Yksikkö tarvitsee erillisen pohjan, jonka avulla se voidaan liittää esimerkiksi levyyn. Työssä käytettävä pohja on mallia U-G1FF. Pohjan ja yksikön väliin tulevat ASi-kaapelit puristuvat tiukasti yksiköiden väliin ruuvikiinnityksellä, jonka jälkeen niistä tulee tiivis yhtenäisyys. [15.]

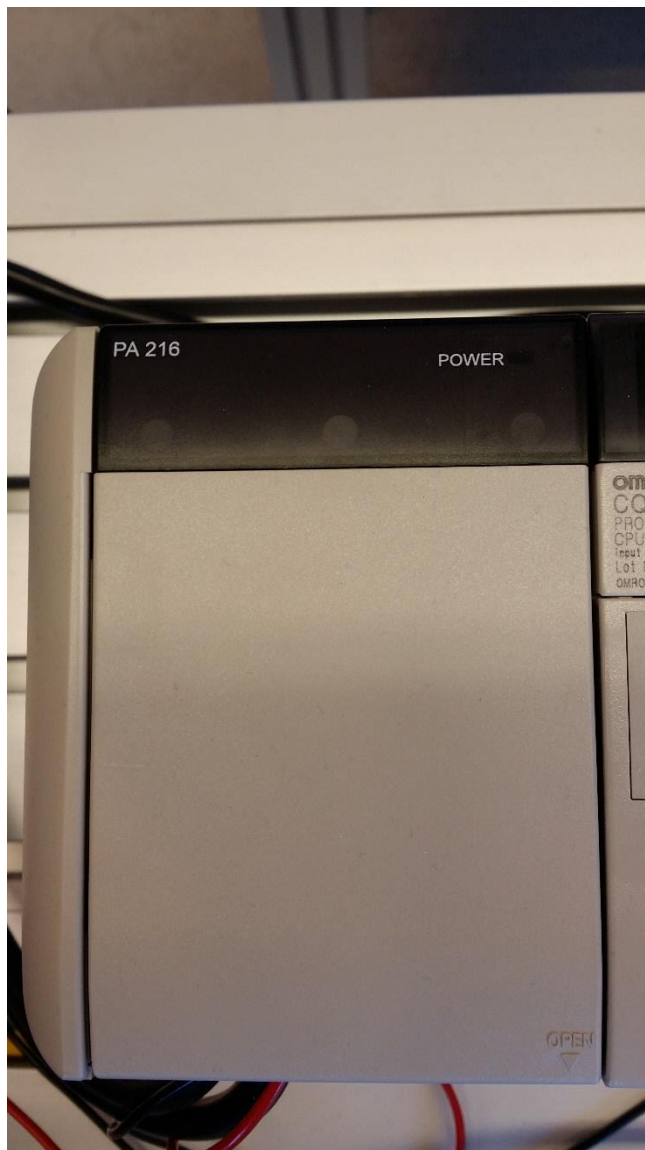
Slave-yksikköihin liitetään työssä tarvittavat sylinterien anturit ja suuntaventtiilien releohjaus, joiden avulla niitä voidaan käyttää ohjelman teossa. Sylinterien anturit kiinnitetään yksikössä oleviin input-paikkoihin ja suuntaventtiilit output-paikkaan.



Kuva 18. Slave-yksikön mitat. [15.]

## Logiikan virtalähde

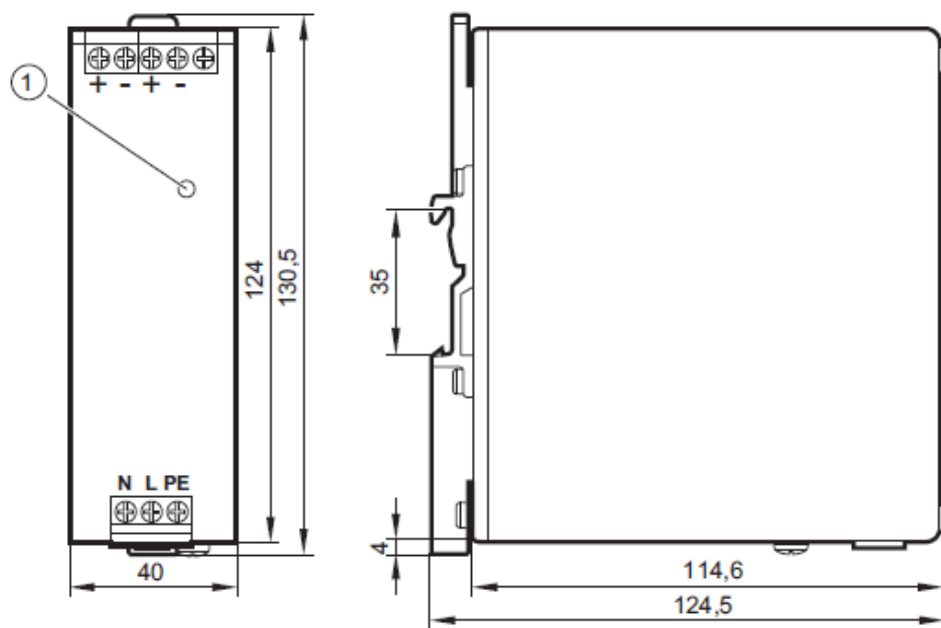
Logiikan virtalähteenä toimii Omronin CQM1-PA216 (kuva 19). Laite pystyy tuottamaan 24 voltin jännitteellä 0,5 ampeeria tai 5 voltilla 6 ampeeria. Se liitetään ohjausjärjestelmän vasempaan laitaan, josta logiikka saa virtansa. Liittäminen tapahtuu liittimillä, joita on jokaisessa CQM1-sarjan laitteessa. ASi-master-yksikölle on oma virtalähde, vaikka se sijaitseekin Omronin logiikan vieressä ohjausjärjestelmässä. Asennus alustalle tapahtuu DIN-kiskon avulla. [8.]



Kuva 19. Logiikan virtalähde CQM1H-PA216.

## ASi-virtalähde

Virtalähteenä toimii Ifm:n valmistama AC1256. Laitteesta saadaan ulos 30,5 voltia jännitettä ja 2,8 ampeeria virtaa. Mitat näkyvät kuvassa 20. Virtalähde on peltirunkoinen, ja se liitetään DIN-kiskoon. Johtojen kiinnitys tapahtuu ruuvien avulla, jolla puristetaan johdot kiinni. Painoa laitteella on 0,615kg. Laitteen vihreä LED-valo kertoo palaessaan ASi-järjestelmän jännitteen olevan kunnossa. Laitteeseen on tehty 3D-tulostimella suojakotelo, jotta jännitteellisiin johtoihin ei pääsisi käsiksi virran ollessa päällä. [16.]



Kuva 20. ASi-virtalähde. [16.]

## Omron S8TS-06024 -virtalähde

Slave-yksiköiden outputit tarvitsevat erillisen kaapelin, jotta niitä voidaan käyttää ohjelmoinnissa. Tätä varten työssä käytetään pelkästään toiselle ASi-kaapelille tarkoitettua virtalähdettä (kuva 21). Toisen kaapelin kytkeminen ASi-väylän omaan virtalähteeseen ei toimi, minkä takia kyseinen ratkaisu jouduttiin tekemään. Virtalähde tuottaa 24 voltin virtaa kaapelille, jonka avulla slave-yksiköiden output-ledit ja tiedonsiirto saadaan toimimaan. [17.]



Kuva 21. Omron S8TS-06024 -virtalähde.

### 5.3 Pneumaattiset komponentit

#### **Paineilmaletku**

Työssä käytetään kahdenlaista paineilmaletkua, 6 millimetrin ja 4 millimetrin mal-  
leja. 6 millimetrin ulkohalkaisijalla varustetulla letkulla paineilma tuodaan huolto-  
yksikköön ja 4 millimetrin letkulla siitä eteenpäin. Kummatkin mallit ovat SMC:n  
valmistamia polyuretaaniletkuja ja käytettävä maksimipaine on 8 bar. Polyuretaa-  
nilla on hyvä vastustuskyky erilaisia letkua heikentäviä tekijöitä vastaan. [18.]

#### **Sylinterit**

Työssä käytetään kuvan 22 mukaisia SMC:n yksitoimisia paineilmasylintereitä.  
Sylinterin toimintaperiaate on yksinkertainen. Yksitoimisessa sylinterissä on pa-  
lautinjousi, joka palauttaa männän perusasentoon, kun se on tehnyt liikkeensä.  
Sylinterissä on kaksi ilma-aukkoa, joiden avulla liikkeet ovat mahdollisia. Takana  
olevasta ilma-aukosta paineilma tuodaan paineilmaletkulla, ja edessä olevaa ilma-  
aukkoa käytetään sen poistamiseen laitteesta. Sylinterin kyljessä on ruuveilla kiin-  
nitetty kisko, johon kiinnitetään laitteistossa käytettävät REED-kytkimet. [10.]



Kuva 22. SMC yksitoiminen sylinteri. [10.]



### 3/2-suuntaventtiilit

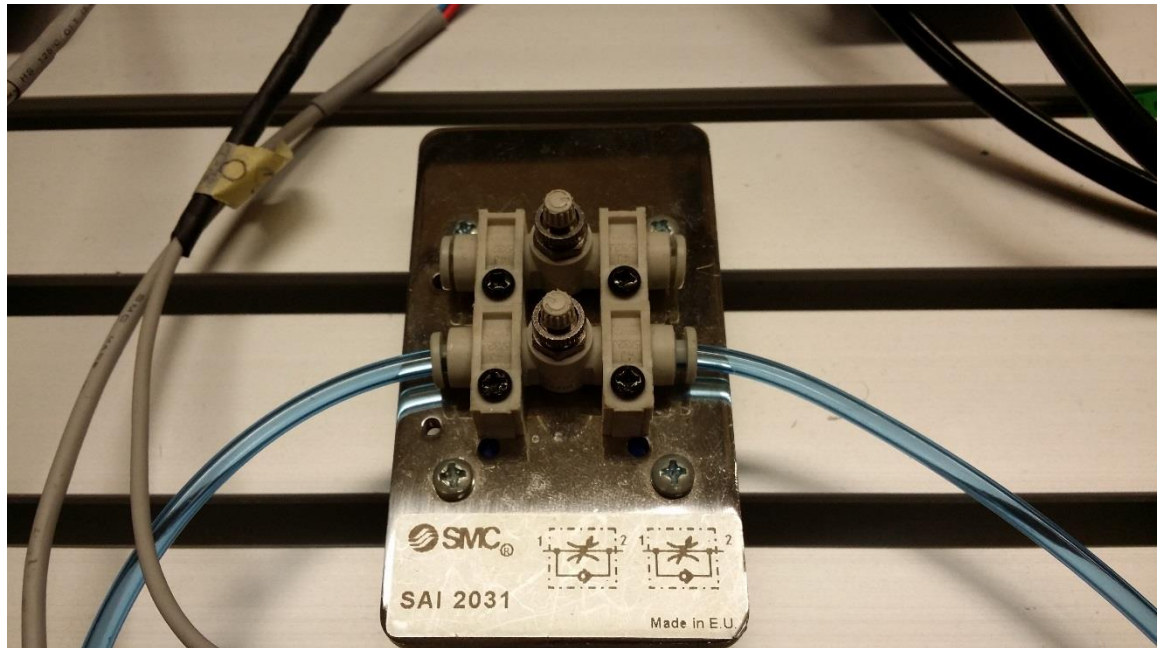
Laitteistossa käytetään kuvan 23 mukaisia SMC:n valmistamia 3/2 suuntaventtiileitä, eli siinä on kolme virtaustietä ja kaksi kytkentäasentoa. Venttiilit ovat releohjattuja, ja niiden on tarkoitus päästää paineilma lävitseen, kun magneettikytkimet havaitsevat liikkeen. Kun suuntaventtiilin kelalle johdettu jännite katkeaa, palautuu venttiili normaaliasentoon jousen avulla. Sähköisen toiminnan avulla sitä voidaan käyttää hyväksi ohjelmoinnissa. [10.]



Kuva 23. 3/2-suuntaventtiili.

## Vastusvastaventtiilit

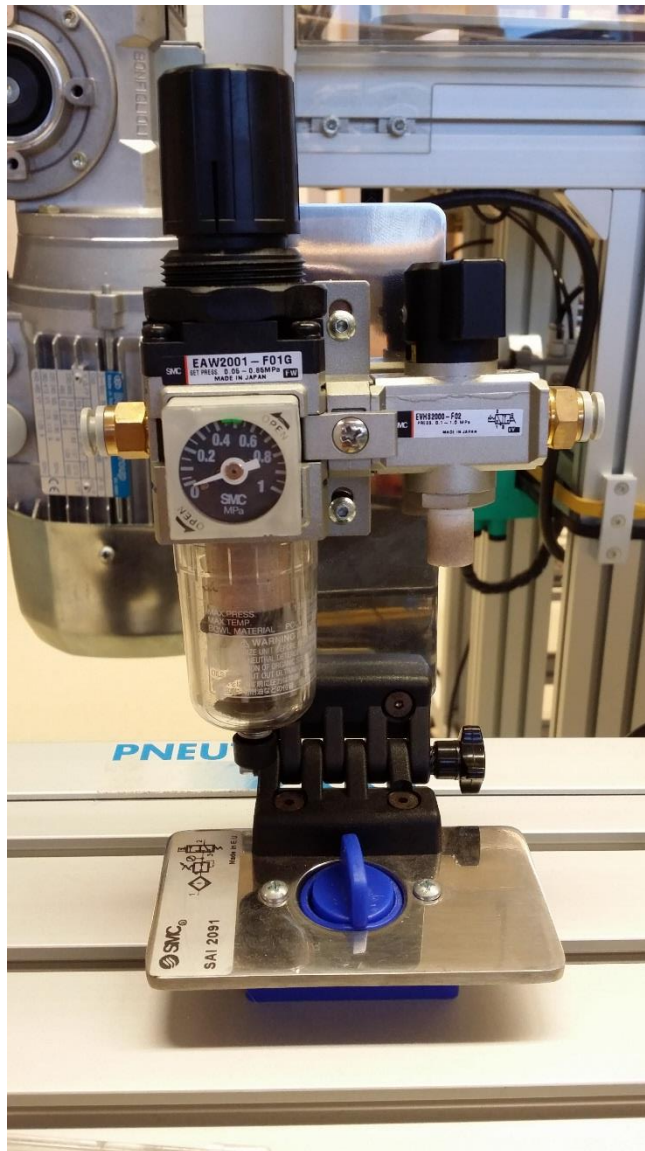
Vastusvastaventtiilin tarkoitus on päästää paineilma läpi toiseen suuntaan. Vastakkaiseen suuntaan menevää virtausta se ei hidasta. Virtausta voidaan säädellä venttiilissä olevan säätöruuvin avulla. Työssä käytettävä vastusvastaventtiili on SMC:n valmistama (kuva 24). [10.]



Kuva 24. Vastusvastaventtiili.

## Huoltoyksikkö

Laitteeseen liitetään SMC:n valmistama huoltoyksikkö (kuva 25), jonka tarkoitus on huolehtia sisään tulevan paineilman puhtaudesta. Yksikkö puhdistaa ilmaa esimerkiksi kosteudesta ja suodattaa siitä epäpuhtauksia. Yksikössä on myös sulkuventtiili, ja sillä voidaan myös säätää laitteistoon tulevan ilman painetta. [10.]



Kuva 25. Huoltoyksikkö.

## 6 LAITTEISTON RAKENTAMINEN

Kokoonpanoprosessi perustuu Matti Heikkisen (2010) tekemään insinööriyöhön ASi-väylällä rakennettavan laboratoriotyön tekemiseen. Laitteistoon piti tilata osia, sillä koululla oli valmiina vain ASi-master-yksikkö, pneumaattiset osat ja logiikka CQM1H-CPU51 ilman virtalähdettä. Tilattavia osia olivat

- 2 kappaletta ASi-slave-yksikön pohja U-G1FF
- 2 kappaletta ASi-slave-yksikkö VBA-2E2A-G4-ZE/E2
- ASi-virtalähde ifm AC1256
- ASi-kaapeli, yhteensä 50 metriä
- Logiikan virtalähde Omronin CQM1-PA216

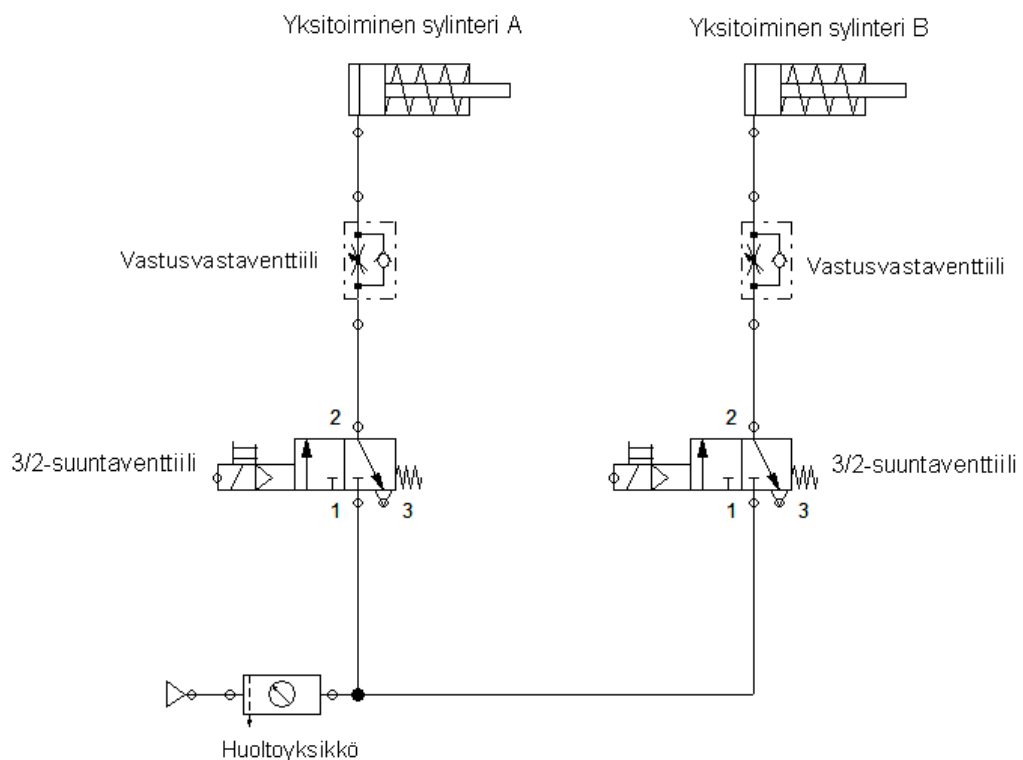
Ensimmäisenä valmisteltiin Pneutainer 200 -alumiinilevy, johon laitteisto kasaan. Levylle piti kiinnittää erimittaisia DIN-kiskon osia, jotta logiikat ja virtalähteet saatiin kiinni levyyn. Myös ASi-slave-yksikköjen pohjat piti kiinnittää DIN-kiskon avulla, vaikka niissä olisi ollut ruuvikiinnitysmahdollisuus.

Kun yksiköt oli kiinnitetty DIN-kiskoihin, aloitettiin pneumaattisten osien kiinnitys levyyn. SMC:n valmistamissa pneumaattisissa osissa on polyoksietyleenistä valmistetut kiinnittimet, joiden avulla ne voidaan kiinnittää alumiinilevyssä oleviin uriin. Pneumaattiset osat kiinnitettiin levyyn sellaisessa järjestyksessä, että siitä saa nopeasti käsityksen, mikä johto tai letku menee mihinkin laitteeseen.

Pneumaattisten osien jälkeen laitteisto johdotettiin. ASi-virtalähteestä master-yksikköön käytetty johto on yleistä kuparijohtoa, mutta master-yksiköstä slaveille menevä johto on ASi-kaapelia. Itse sähköverkkoon liittäminen tapahtui viimeisenä, koska siihen tarvittiin henkilöstöön kuuluva henkilö valvomaan, että kaikki on oikein. Tämän jälkeen laitteistoon ohjelmoitiin ohjelma, joka toimii ASi-linjaston avulla. Ohjelma tehtiin Omronin CX-Programmer-ohjelmistolla tietokoneella.

## 6.1 Paineilmakaavio

Kuvassa 26 näkyy paineilmakaavio, ja se on piirretty Feston FluidSIM Pneumatics-ohjelmalla. Se koostuu paineilmalähteestä, huoltoyksiköstä, 3/2-suuntaventtiileistä, vastusvastaventtiileistä ja yksitoimisista sylintereistä. Paineilma kulkee huoltoyksikön kautta kumpaankin suuntaventtiiliin, jonka kautta vastusvastaventtiilien läpi sylintereille. Työssä käytetyt suuntaventtiilit ovat releohjattuja, joten niihin tarvittava sähkö saadaan ASi-väylän kautta.



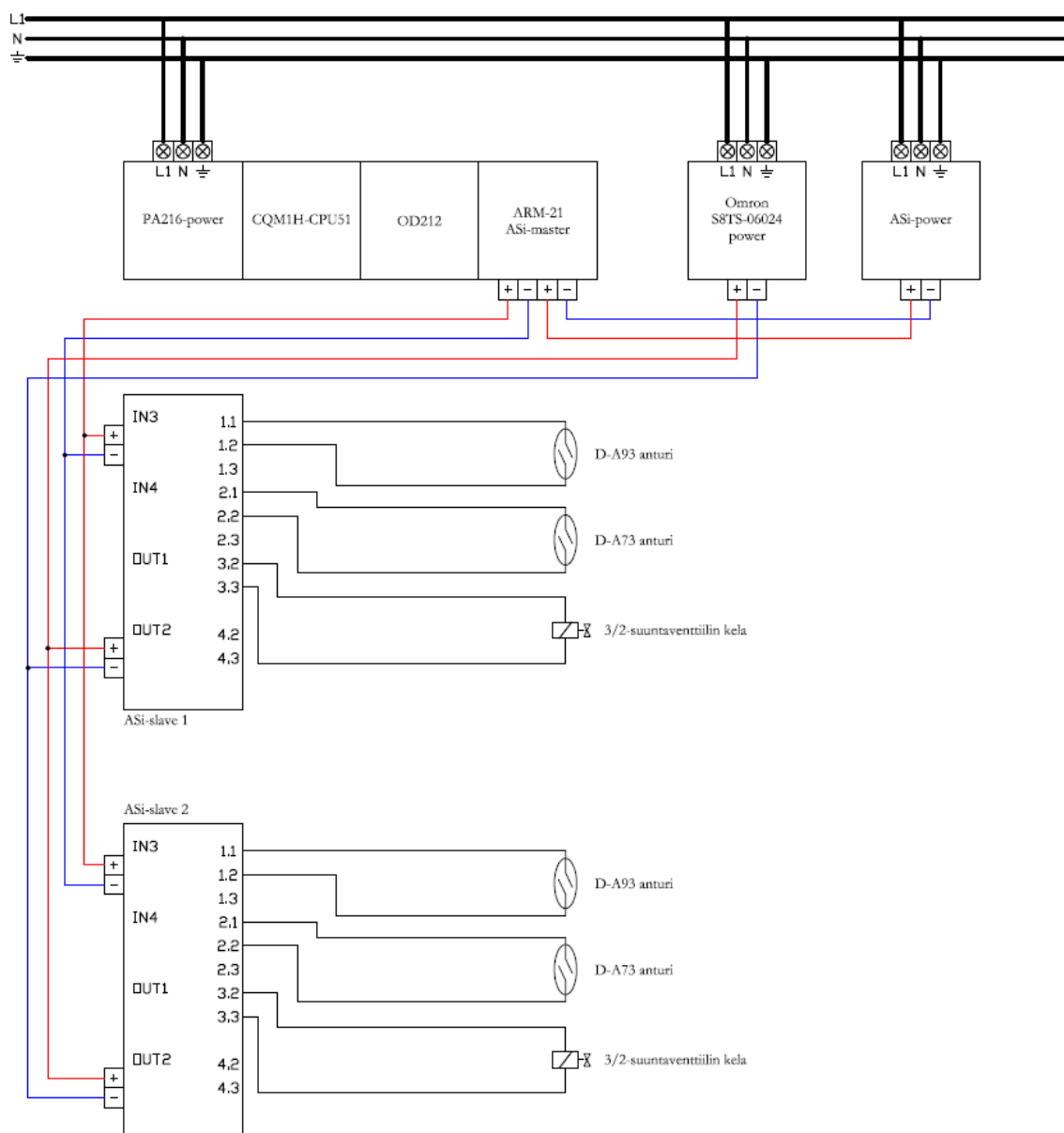
Kuva 26. Paineilmakaavio.

## 6.2 Laitteiston johdotus

Työssä käytettävät laitteet saavat virtansa verkkojännitteestä, joka on 230 V. Laitteiston virtalähteet muuttavat verkkojännitteen 24 voltin jännitteeksi, jota voidaan käyttää työn yksiköissä. Laitteiston johdotukset näkyvät kuvassa 27. Johdotukset on piirretty Autodesk:in Autocad 2013 -ohjelmistolla.

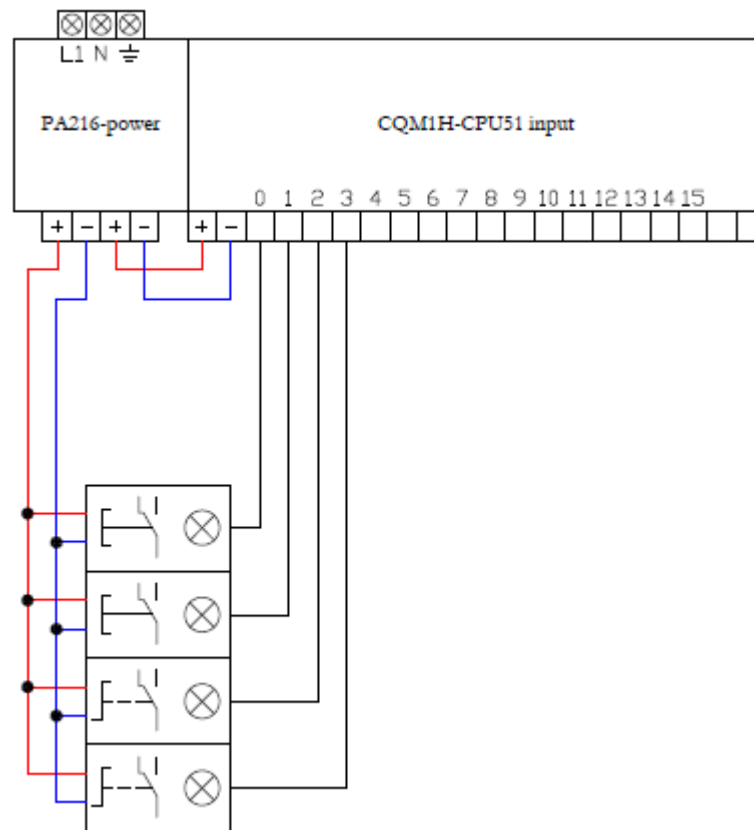
Laitteistossa käytettävät virtalähteet (PA216, AC1216 ja S8TS-06024) kytketään verkkojännitteeseen verkkojännitekaapelilla. Master-yksiköstä lähtevä ASi-kaapeli kytketään slave-yksiköiden ja niiden pohjien väliin. Toinen ASi-kaapeli kytketään samalla tavalla Omronin S8TS-06024 virtalähteestä slave-yksiköiden välille niissä olevaan lisävirtajohtopaikkaan, millä saadaan sähkö myös slave-yksiköiden output-osioon.

Anturi D-A93 kytketään slave-yksiköiden input osoitteisiin 1.1 ja 1.2. Anturille D-A73 osoitteet ovat 2.1 ja 2.2. Suuntaventtiilin kela kytketään slaven output-osoitteeseen 3.2 ja 3.3. Koska työssä käytetään samanmallisia antureita kummassakin slave-yksikössä, osoitteet ovat samat myös toisessa yksikössä.



Kuva 27. Laitteiston johdotuskaavio.

Työssä käytettävät SMC:n valmistamat SAI 2036 -painonappilaatikat kytetään CQM1H-logiikan input-osoitteisiin. Painonappien kytkentä näkyy kuvassa 28. Painikkeet ovat led-valaistuja niiden ollessa päällä, ja kaksi viimeistä painiketta ovat myös pohjaan jääviä. Napit käyttävät inputkortin osoitteita 0–3 väliltä, ja niitä voidaan hyödyntää logiikan ohjelmoinnissa. [10.]



Kuva 28. Painonappien johdotus.



## 7 LOGIIKAN OHJELMOINTI

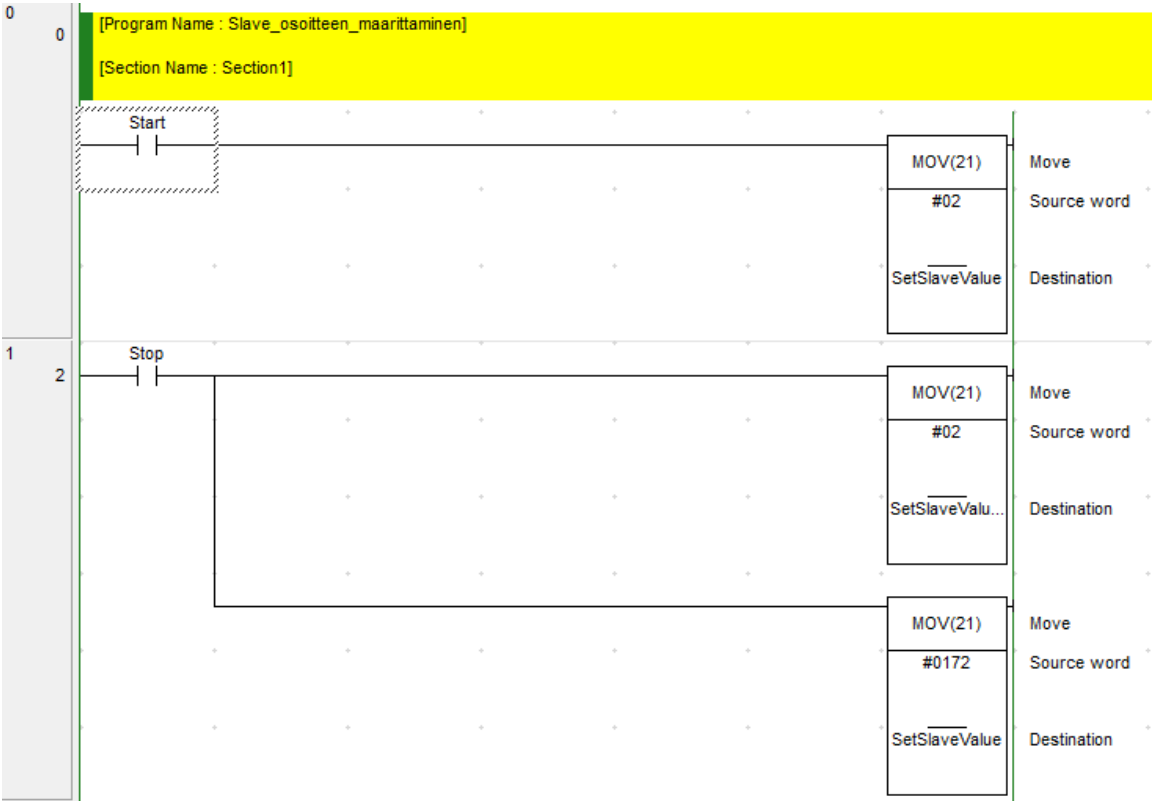
Logiikka ohjelmoidaan Omronin CX-Programmer ohjelmalla CQM1H-CPU51-yksikköön. Logiikan ja tietokoneen välille laitetaan RS-232-kaapeli, jonka kautta tieto saadaan kuljetettua laitteesta toiseen. Ennen ohjelman tekoa laitteistosta jouduttiin etsimään ASi-väylän käyttämät output-paikat, jotta niitä voitiin käyttää ohjelmassa.

### 7.1 Slave-yksiköiden osoitteen muuttaminen

Tehdasasetuksilla olevat slave-yksiköt on asetettu osoitteeseen 0, eikä sitä voida käyttää slaven osoitteena. Osoitteet jouduttiin siis vaihtamaan paikkoihin 1 ja 2. Osoitteiden vaihto voidaan tehdä joko osoitteenvaihtotyökalulla tai ohjelmoimalla logiikkaa esimerkiksi CX-Programmerilla. Työssä se tehtiin ohjelmoimalla.

CX-Programmerilla tehtiin kuvan 29 mukainen ohjelma. Osoitteen vaihtoa varten jouduttiin käyttämään heksadesimaaleja, koska ASi-väylä käyttää niitä osoitteessaan. Ohjelma tehtiin käyttämällä CX-Programmerin MOV-toimintoa, jolla ohjelmassa lähetettiin pelkkiä WORD-datatyypillisiä komentoja laitteelle. Ohjelma toimii sillä tavalla, että start-nappia painamalla ohjelmaan lähetetään No\_Command-käsky, jonka jälkeen master-yksikkö on valmis osoitteen muuttamiseen. SetSlaveValue-symbolin osoitteena on 101, jotta se menee perille oikeaan paikkaan. Stop-nappia painamalla osoite muuttuu nollasta ykköseen. SetSlaveValue2-symbolin osoite oli 102. Ohjelma jouduttiin ajamaan vielä toisellekin slave-yksikölle, koska kummallakin ei voi olla osoitteena 1. Näin toiselle laitettiin osoitteeksi 2. Tämä tapahtui vaihtamalla ohjelman arvoihin numerot 01 numeroksi 02. [3.]

Osoitteen määrittämisen jälkeen slave-yksiköiden power led -valot muuttuivat punaisesta vihreäksi ja lisäksi yksiköiden output ledit myös syttyivät niitä testatessa. Myös master-yksikkö näyttää 1- ja 2-paikkojen olevan paikalla. [3.]



Kuva 29. Slave-osoitteiden muutosohjelma.

## 7.2 Slave-yksiköiden I/O-pisteiden määrittäminen

Slave-yksiköiden käyttämät input-osoitteet saadaan selville tutkimalla CX-Programmerin memory-osiota. Ohjelma laitetaan online-tilaan, jonka jälkeen voidaan monitoroida laitteiston käyttämiä bittejä ja niiden osoitteita. Sama voidaan tehdä myös output-osoitteille, kunhan on tiedossa, mitä osoitteen alkua ne käyttävät. Laitteistossa käytettävä ASi-master-yksikkö käyttää input-puolella 001–006 alkua eli laitteiston tapauksessa 001, koska ensimmäinen paikka on varattu Omronin oman logiikan input-kortille. Output-puolella osoite alkaa 100-alkuisella numerolla. Memory-osiosta laitetaan manuaalisesti bittejä päälle, jolloin ne ohjaavat output-osoitteet päälle itse laitteesta. [3.]

### 7.3 Ohjelma

Kun slave-yksiköiden käyttämät I/O-pisteet ovat tiedossa, voidaan aloittaa itse pääohjelman teko. Ohjelma koostuu seuraavista osioista

- Käynnistys
- Input
- Output
- Timer
- END

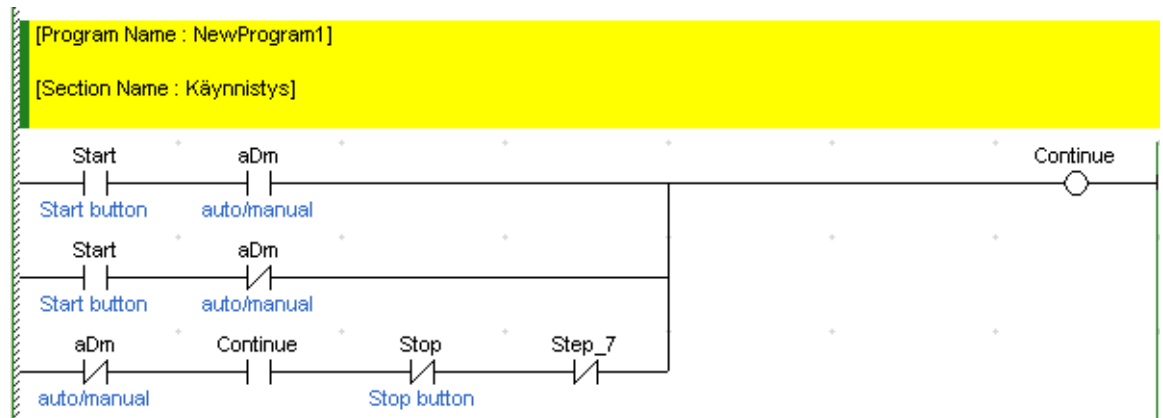
Ohjelmaan on lisätty symboleita, joita käytetään ohjelman tekemisessä. Taulukossa 3 on esitetty ohjelmassa käytetyt osoitteet.

Taulukko 3. Ohjelmassa käytettävät osoitteet.

Nimi	Osoite	Kommentti
Stop	0.00	Stop painike
Start	0.01	Start painike
Reset	0.02	Reset painike
aDm	0.03	auto/manual painike
a_1	1.06	A sylinterin miinus anturi
a_2	1.07	A sylinterin plus anturi
b_1	1.10	B sylinterin miinus anturi
b_2	1.11	B sylinterin plus anturi
A_PLUS	101.04	A sylinterin suuntaventtiili
B_PLUS	101.08	B sylinterin suuntaventtiili
Continue	HR10.00	Ohjelman etenemissymboli
Step_1	HR10.01	Muistipaikka Step_1
Step_2	HR10.02	Muistipaikka Step_2
Step_3	HR10.03	Muistipaikka Step_3
Step_4	HR10.04	Muistipaikka Step_4
Step_5	HR10.05	Muistipaikka Step_5
Step_6	HR10.06	Muistipaikka Step_6
Step_7	HR10.07	Muistipaikka Step_7
Timer_0	TIM0	Ajastin symboli
Timer_0_status	TIM000	Ilmoittaa ajastimen tilasta

## Käynnistys-osio

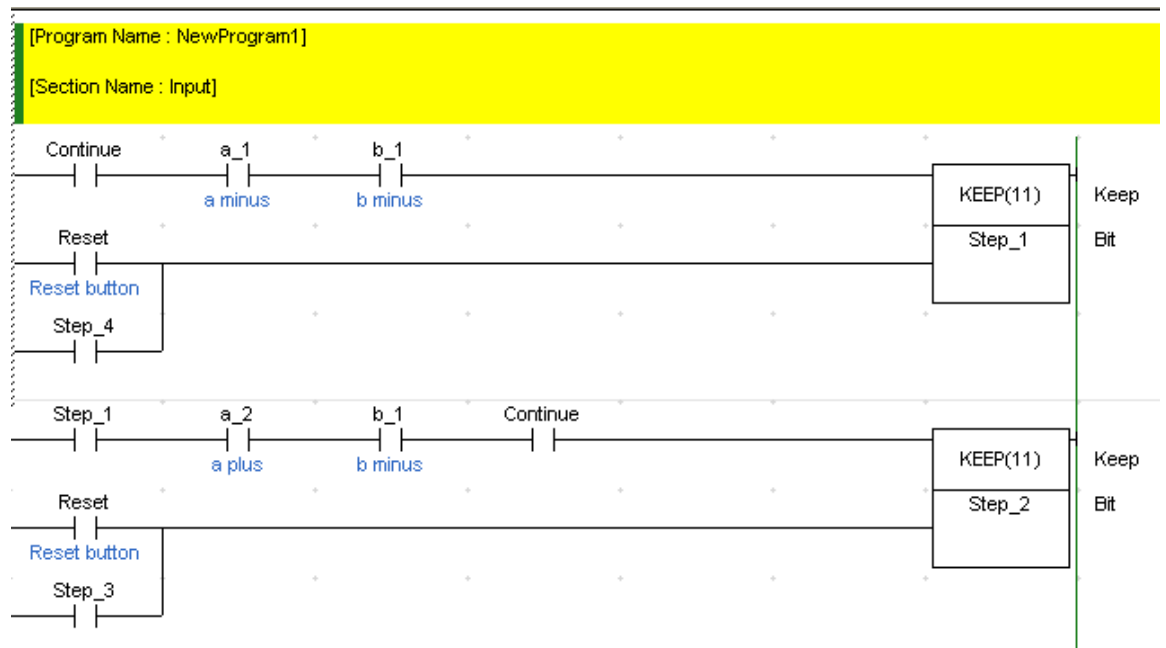
Käynnistysosio koostuu manuaali- ja automaattitilasta (kuva 30). Kun määrättyt ehdot on saavutettu, Continue-bitti menee päälle, jolloin ohjelma voi jatkaa eteenpäin. Manuaalitilassa ohjelmaa voi ajaa osio kerrallaan, jolloin sitä voidaan esimerkiksi tutkia virheiden varalta. Automaattiajossa se ajaa yhden ohjelmakierroksen läpi yhdellä start-napin painalluksella.



Kuva 30 Ohjelman käynnistysosio.

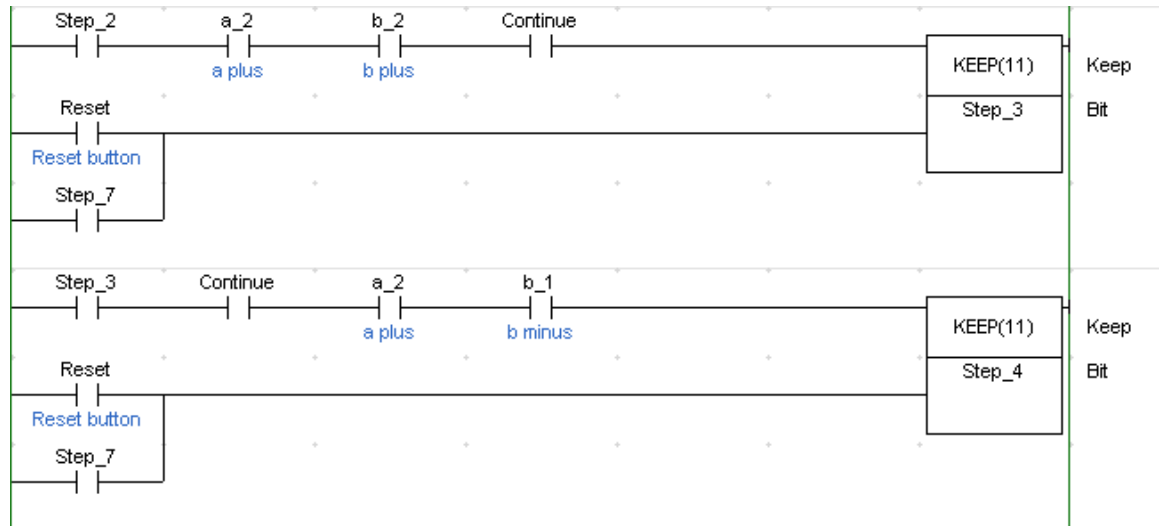
## Input-osio

Input-osio koostuu seitsemästä muistipaikasta, joiden osoite on HR10.00–10.07. Muistipaikat toimivat KEEP-toiminnolla, eli jokin toiminto laittaa muistipaikan bitin päälle ja jokin nolaa sen. Step\_1 saa aikaiseksi A-sylinterin plusliikkeen. Step\_2 saadaan päälle, kun Step\_1 sekä anturit a\_2 ja b\_1 ovat päällä. Step\_2:n avulla sylinteri B tekee plus-liikkeen. Stepit näkyvät kuvassa 31.



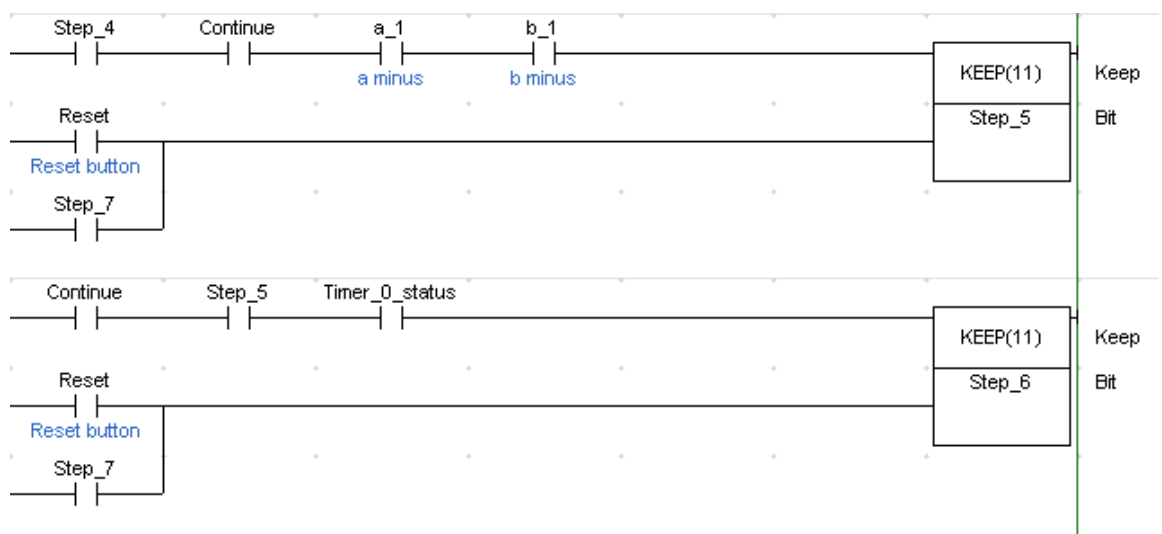
Kuva 31. Ohjelman Input stepit 1 ja 2.

Step\_2 ja anturit a\_2 ja b\_2 ohjaavat Step\_3:n päälle, jonka jälkeen B-sylinteri tekee miinus-liikkeen. Seuraavassa tilanteessa Step\_3 ohjaa anturien a\_2 ja b\_1 kanssa Step\_4:n päälle. Step\_4 saa aikaiseksi A-sylinterin miinus-liikkeen. Stepit on esitetty kuvassa 32.



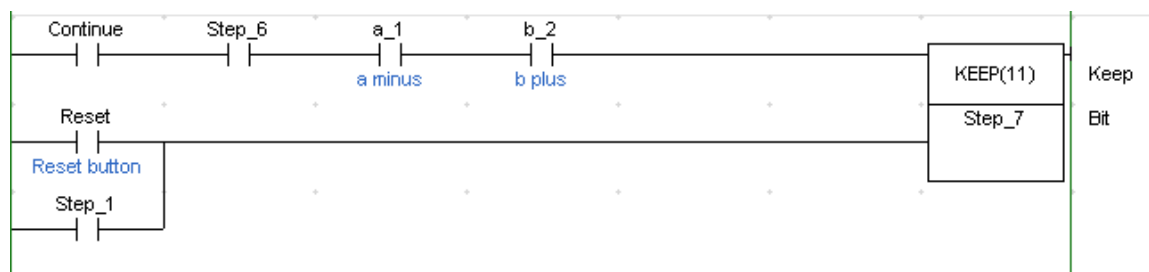
Kuva 32. Ohjelman input stepit 3 ja 4.

Kun Step\_5 on ohjattu päälle, se asettaa ajastimen päälle. Ajastin on asetettu las-  
kemaan kaksi sekuntia, jolloin sen status-symboli menee päälle Step\_6-kohdassa.  
Step\_6 asettaa B-sylinterin tekemään plus-liikkeen (kuva 33).



Kuva 33. Ohjelman input stepit 5 ja 6.

Input-osion viimeinen kohta on B-sylinterin tekemä miinus-liike (kuva 34), jonka Step\_7 asettaa tekemään. Ohjelma on myös suunniteltu nollaamaan itsensä, kunhan Step\_7 on suoritettu, minkä avulla syklin voi aloittaa alusta Step\_7 suorituksen jälkeen.

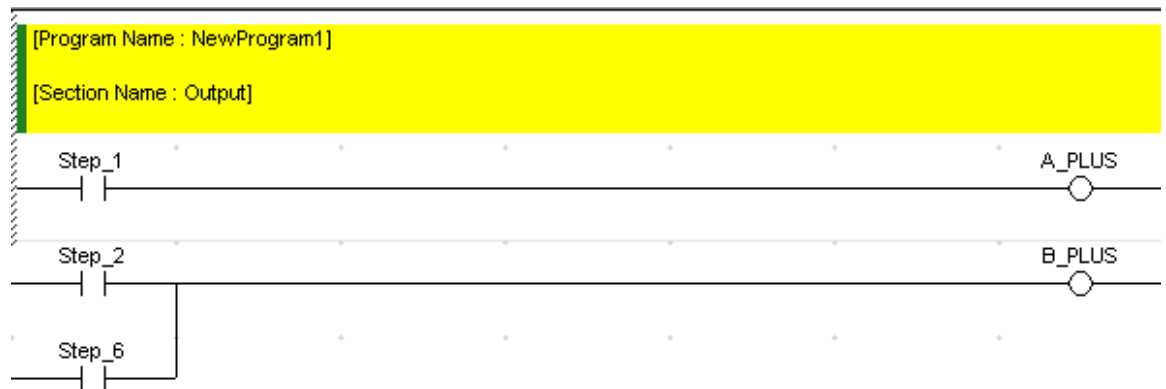


Kuva 34. Ohjelman input Step 7.



## Output-osio

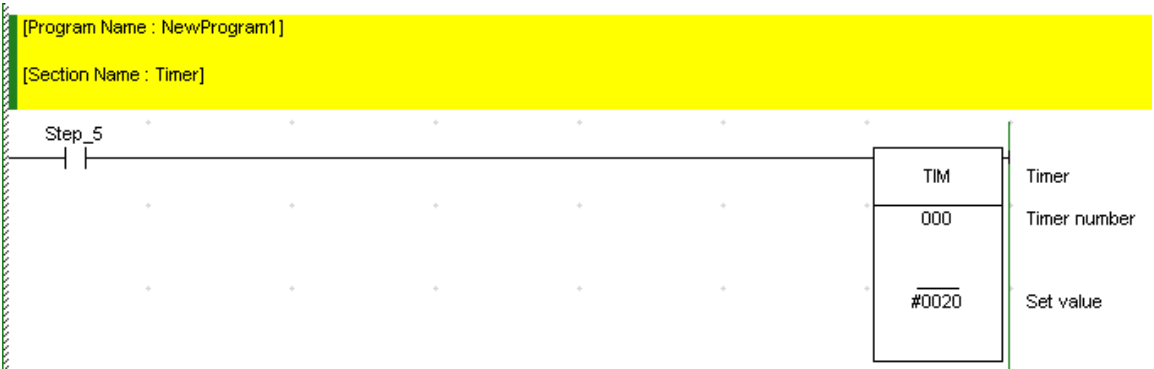
Output-osiossa ohjataan lähtöjä päälle (kuva 35). Step\_1 päälle laittamalla saadaan A-sylinteri tekemään plus-liikkeen. Vastaavasti Step\_2 ja Step\_6 saavat aikaiseksi B-sylinterin plus-liikkeen. Laitteistossa käytetään ainoastaan kahta lähtöä, joiden osoitteet ovat A\_PLUS symbolille 101.04 ja B\_PLUS symbolille 101.08. Näitä lähtöjä käyttävät laitteet ovat releohjatut suuntaventtiilit.



Kuva 35. Ohjelman output-osio.

### Timer-osio

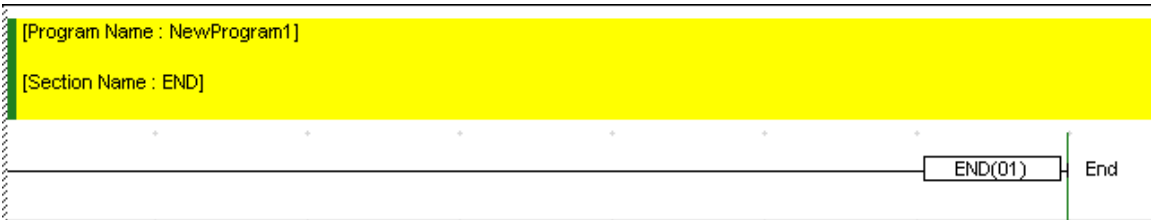
Timer-osioon lisätään ohjelmassa käytettävä ajastin (kuva 36). Step\_5 ohjaa ajastimen päälle, jonka aika on 2 sekuntia. CX-Programmer käyttää aikayksikkönä 0,1 sekuntia, jolloin arvoksi laitetaan 0020. Ohjelmassa käytetään myös Timer\_0\_status-symbolia, jonka tarkoitus on kertoa ajastimen tilasta. Kun ajastin on laskenut 2 sekuntia, sen käyttämä bitti menee päälle ja ohjelma voi jatkua.



Kuva 36. Ohjelman timer-osio.

### End-osio

Ohjelmassa käytettävä END-osio määrää ohjelman loppumisen (kuva 37), jonka takia se sijaitsee viimeisenä osiona. END-osion jälkeen järjestyksessä sijoittuneet osiot eivät toimi, koska END-käsky on aina viimeinen komento.



Kuva 37. Ohjelman END-osio.

## 8 LOPPUTULOKSET

Laitteisto rakennettiin SMC:n alumiinilevylle ja sähköiset osat on suojattu, ettei niistä voi saada sähköiskua. Johtojen niputuksen ansiosta ne pysyvät hallinnassa eivätkä ole tiellä. Laitteiden sijoitus levylle on tehty siinä mielessä, että niistä saadaan helposti selvää, mikä johto menee mihinkin laitteeseen. Laitteistosta saatiin toimiva kokoonpano, jota voidaan mahdollisesti käyttää opetuskäytössä.

Logiikkaan ohjelmoidusta ohjelmasta saatiin toimiva ja yksinkertainen. Logiikan muokkaaminen on mahdollista, sillä sen ajaminen sisään on yhtä helppoa kuin muidenkin Omronin logiikoiden käyttö. ASi-väylän ohjelmointia ei ole aiemmin opetettu koulun laboratoriotyönä, joten tämän työn käyttäminen opetuskäytössä on hyvinkin mahdollista.

## 9 YHTEENVETO

Työn kohteena oli rakentaa ASi-väylällä toimiva laboratoriolaite Kajaanin ammatikorkeakoululle. Työn pohjana toimi Matti Heikkisen tekemä insinöörityö vuodelta 2010. Työn tavoitteena oli rakentaa laitteisto opetuskäyttöön ja ohjelmoida logiikkaan toimiva ohjelma. Työn keskeisenä ideana oli oppia käyttämään ASi-väylää ja Omronin logiikkaa ja perehtyä sen ohjelmointiin.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin ASi-väylään ja Omronin logiikkaan liittyvää aineistoa sekä anturitekniikkaa. Lisäksi käsiteltiin virtalähteisiin liittyvää materiaalia ja pneumatiikkaa. ASi-väylään liittyvä teoria sisälsi tietoa laitteista sekä asennusohjeita. Väylän asennus oli helppoa, koska se on suunniteltu helppoa ja yksinkertaista asennusta silmällä pitäen. Master-yksikkö kytketään suoraan Omronin logiikan kylkeen ja slave-yksiköt suoraan ASi-kaapelilla, joka kulkee niiden lävitse. Anturitekniikkaa käytettiin REED-kytkimien osalta, joita työssä on neljä kappaletta. Omronin logiikan ohjelmointi vei suurimman osan ajasta, koska siitä ei ollut paljon aiempaa kokemusta.

Työn suorittamisessa käytin tietoa useasta eri lähteestä, joista suurin osa oli internetistä löytyvää teoriaa. Tärkein oli tietysti Matti Heikkisen insinöörityö, jonka pohjalta tämä työ perustuu. Työ oli mielenkiintoinen, koska siihen liittyi paljon aiemmin kursseilla käytyjä asioita. Työn ansiosta nämä asiat muistui taas mieleen.

## LÄHTEET

1. Heikkinen Matti. ASi-väylällä toteutettavan laitteiston suunnittelu opetus-  
käyttöön, Insinööritö 2010. Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto.
2. AS-Interface kotisivut. [WWW-dokumentti]  
  
<http://www.as-interface.net/>
3. Omron. AS-Interface Master Unit Operation manual. [WWW-dokumentti]  
  
<http://www.omronkft.hu/nostree/pdfs/plc/networks/w357-e1.pdf>
4. ifm. AC4000 Flat cable. AS-Interface bus system. [WWW-dokumentti]  
  
[http://tds.ifm-electronic.com/tentacle/us/AC4000.pdf?requestId=c77d05a40651735b&locale=en\\_US](http://tds.ifm-electronic.com/tentacle/us/AC4000.pdf?requestId=c77d05a40651735b&locale=en_US)
5. Pneumatiikan luennot. [WWW-dokumentti]  
  
[http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf\\_tiedostot/Pneumatiikka.pdf](http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Pneumatiikka.pdf)
6. SMC. Letkuliitin  
  
<http://tuotteet.etra.fi/fi/q20318207/tuotekortti>
7. Juntunen Pekka. Anturitekniikan perusteet. Kajaanin ammattikorkeakoulu.  
[WWW-dokumentti]
8. Omron. CQM1H Programmable Controller manual. [WWW-dokumentti]  
  
<http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/Datasheet-CQM1H.pdf>
9. CX-PROGRAMMER-OHJELMOINTI. [WWW-dokumentti]
10. SMC. Pneutainer-200.  
  
<http://www.smctraining.com/webpage/indexpage/341/C1238308978>

11. DIN-rail. Altech Corp. [WWW-dokumentti]

[http://www.altechcorp.com/PDFS/DIN\\_Rail.pdf](http://www.altechcorp.com/PDFS/DIN_Rail.pdf)

12. Pepperl&Fuchs. U-G1FF manual [WWW-dokumentti]

[http://files.pepperl-fuchs.com/selector\\_files/navi/productInfo/edb/099335\\_eng.pdf](http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/099335_eng.pdf)

13. SMC. D-A73 sensor manual [WWW-dokumentti]

<http://datasheet.octopart.com/D-A73-SMC-datasheet-9567016.pdf#page=12>

14. SMC. D-A96 sensor manual [WWW-dokumentti]

<http://pdf2.datasheet.su/smc%20corporation/d-a96.pdf>

15. Pepperl&Fuchs. VBA-2E2A-G4-ZE/E2 manual [WWW-dokumentti]

[http://files.pepperl-fuchs.com/selector\\_files/navi/productInfo/edb/088914\\_eng.pdf](http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/088914_eng.pdf)

16. ifm. AC1256 power supply manual [WWW-dokumentti]

<http://tds.ifm-electronic.com/tentacle/aus/AC1256.pdf>

17. Omron. S8TS power supply manual. [WWW-dokumentti]

[http://www.mouser.com/catalog/specsheets/Omron\\_s8ts\\_ds\\_csm139.pdf](http://www.mouser.com/catalog/specsheets/Omron_s8ts_ds_csm139.pdf)

18. SMC. Tubing. [WWW-dokumentti]

<http://content2.smcetech.com/pdf/Tubing.pdf>

19. Pepperl&Fuchs. AS-Interface. Maintenance and troubleshooting guide.  
[WWW-dokumentti]

[http://files.pepperl-fuchs.com/selector\\_files/navi/productInfo/doct/tdoctb008\\_\\_usa.pdf](http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/doct/tdoctb008__usa.pdf)

20. Pepperl&Fuchs. Installation guidelines. Tips and tricks. [WWW-dokumentti]

21. SMAR Industrial Automation

<http://www.smar.com/en/asi.asp>